



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

**MODERNÍ PŘEVODOVÁ ÚSTROJÍ POUŽÍVANÁ V
KONSTRUKCI TRAKTORU**

MODERN TRANSMISSIONS USED IN TRACTOR'S CONSTRUCTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Miroslav Dračka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Aleš Prokop, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Miroslav Dračka**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Aleš Prokop, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Moderní převodová ústrojí používaná v konstrukci traktoru

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce bude zaměřena na shromáždění informací v oblasti užití moderních převodových ústrojí v konstrukci traktorů a to z hlediska funkcionality pojezdu.

Cíle bakalářské práce:

Současný přehled používaných typů převodových ústrojí, logicky řazených dle předem stanovených parametrů.

Zhodnocení jednotlivých konstrukčních variant z hlediska provozních vlastností a míry komfortu obsluhy.

Zhodnocení jednotlivých konstrukčních variant z hlediska technicko-ekonomických parametrů.

Seznam doporučené literatury:

BAUER, František, a kolektiv. Traktory. 1.vyd. Praha: Profi Press, 2006. 192 s. ISBN 80-86726-15-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19.

V Brně, dne 29. 10. 2018



prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce shrnuje a popisuje převodová ústrojí používaná v moderní konstrukci traktoru. U každé převodovky je popsán způsob její konstrukce s ohledem na její ovládání řidičem traktoru. Pro názorné a srozumitelné objasnění této problematiky jsou použity příklady převodovek čtyř světových traktorových výrobců.

KLÍČOVÁ SLOVA

Traktor, převodovka, násobič točivého momentu, plynulá převodovka (CVT)

ABSTRACT

This bachelor's thesis summarizes and describes the modern transmissions used in tractor's construction. For each gearbox there is a description of its construction with respect for the control of the tractor driver. Examples of gearboxes from four global tractor manufactures are used to illustrate and clarify this issue.

KEYWORDS

Tractor, gearbox, powershift, continuously variable transmission (CVT)

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DRAČKA, M. *Moderní převodová ústrojí používaná v konstrukci traktoru*. Brno, 2019. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 33 s. Vedoucí diplomové práce Aleš Prokop.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Aleše Prokopa a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 1. května 2019

.....

Miroslav Dračka

PODĚKOVÁNÍ

Tady bych velice rád poděkoval Ing. Aleši Prokopovi za jeho obrovskou trpělivost a za jeho poskytnuté rady. Dále bych velmi rád poděkoval Františku Vimrovi, Jiřímu Starostovi, Michalu Vencovi a Tomáši Bohatcovi za jejich poskytnuté informace a rychlé jednání. Samozřejmě nesmím opomenout na poděkování svým rodičům a blízkým, díky kterým jsem mohl uskutečnit své studium.

OBSAH

Úvod	9
1 Definice stěžejních pojmů a rozdělení převodovek.....	10
1.1 Pojezdová spojka	10
1.2 Reverzace převodovky.....	10
1.3 Rozvodovka	11
1.4 Převodovky traktorů	12
2 Mechanické převodovky.....	13
2.1 Převodovky bez stupňů řazených při zatížení.....	13
2.1.1 Převodové ústrojí traktoru Zetor Proxima CL.....	13
2.2 Převodovky s omezeným počtem stupňů řazených při zatížení	14
2.2.1 Násobič točivého momentu	14
2.2.2 Převodovka ElectroCommand.....	16
2.2.3 Převodovka DynamicCommand.....	16
2.2.4 Převodovka RangeCommand	18
2.2.5 Převodovka DirectDrive	19
2.3 Převodovky se všemi stupni řazenými pod zatížením	21
2.3.1 Převodovka e23	21
3 Hydromechanické převodovky.....	23
3.1 Převodovka AutoCommand.....	24
3.2 Převodovka AutoPowr	25
.....	27
3.3 Převodovka VarioDrive	27
4 Převodovky hybridních pohonů	30
4.1 Sériové uspořádání.....	Chyba! Záložka není definována.
4.2 Paralelní uspořádání.....	30
5 Závěr.....	31

ÚVOD

V průběhu posledních let zaznamenala převodová ústrojí v konstrukci traktoru největší vývoj. Došlo k rozvoji jak „obyčejných“ mechanických převodovek, tak hlavně k rozvoji převodovek s plynulou změnou převodového poměru. V dnešní době kladou pracovní podmínky požadavky na zvýšení počtu řazených převodů a také na spotřebu paliva traktoru, proto došlo k takto velkému vývoji v této oblasti konstrukce traktoru.

Tato bakalářská práce se zabývá popisem jednotlivých typů převodovek s ohledem na jejich ovládání.

1 DEFINICE STĚŽEJNÍCH POJMŮ A ROZDĚLENÍ PŘEVODOVEK

Pojem převodová ústrojí označuje veškeré části traktoru, které propojují spalovací motor jak se samotnými koly, popřípadě pásy, tak i s vývodovým hřídelem traktoru. Jedná se ale i o mechanismy, které zajišťují přenos a změnu točivého momentu, nebo které obracejí smysl točivého momentu. Mezi nejzásadnější části celého převodového ústrojí patří pojezdová spojka, reverzace převodovky, samotná převodovka a rozvodovka. Vlastní konstrukce jednotlivých částí se liší podle výrobců, stejně tak i uspořádání v celém traktoru.

1.1 POJEZDOVÁ SPOJKA

Kvůli nutnosti přerušení přenosu točivého momentu z motoru na převodovku bylo nutné do systému převodového ústrojí zasadit spojku. Ta jednoduše oddělí klikovou hřídel motoru od hnané hřídele převodovky a nedojde tak k přenosu točivého momentu. Spojka se však využívá i k řazení jednotlivých rychlostních stupňů, kdy dojde ke krátkému přerušení přenosu momentu, přeražení rychlosti a po spojení k opětovnému přenosu momentu. Spojky však mohou plnit i funkci ochrannou tím, že zabráňují, aby byl motor traktoru nadměrně zatěžován a následně poškozen. K tomu slouží např. tlumič torzních kmitů (Obr. 1.1).



Obr. 1.1 Tlumič torzních kmitů [20]

1.2 REVERZACE PŘEVODOVKY

Tato část převodového ústrojí má za úkol měnit směr otáčení výstupního hřídele převodovky. Její výhody uplatní řidič v jakémkoli provozu, nicméně hlavní oblastí jejího využití je krátké popojíždění a rychlé otáčení bez řazení rychlostních stupňů. Například při práci s čelním nakladačem je stále zařazen jeden rychlostní stupeň a obsluha traktoru už jen mění pomocí reverzace směr jízdy bez nutnosti změny převodu.

Reverzace traktorových převodek lze rozdělit do dvou skupin:

- Mechanické
 - Vložení dalšího ozubeného kola
 - Planetové soukolí
- Hydrostatické
 - Mění směr reverzační hydrostatického převodníku

Řidič ovládá reverzaci buď mechanicky, a to pomocí spojky nebo přesunem ozubeného kola, nebo pomocí lamelové spojky, která „brzdí“ jedno z ozubených kol nebo unašeč, čímž dojde ke změně směru otáčení výstupního hřídele převodovky.

Hydrostatické reverzace zajišťují plynulé zastavení a plynulý rozjezd bez sešlápnutí spojkového pedálu.

Ovládání reverzací může být pomocí páky pod volantem (Obr. 1.2 vlevo) nebo multifunkční řadicí pákou v tzv. područce (Obr. 1.2 vpravo), tedy v loketní opěrce tak, aby bylo řazení pro řidiče co nejpohodlnější a reverzace se tak využila co nejvíce.

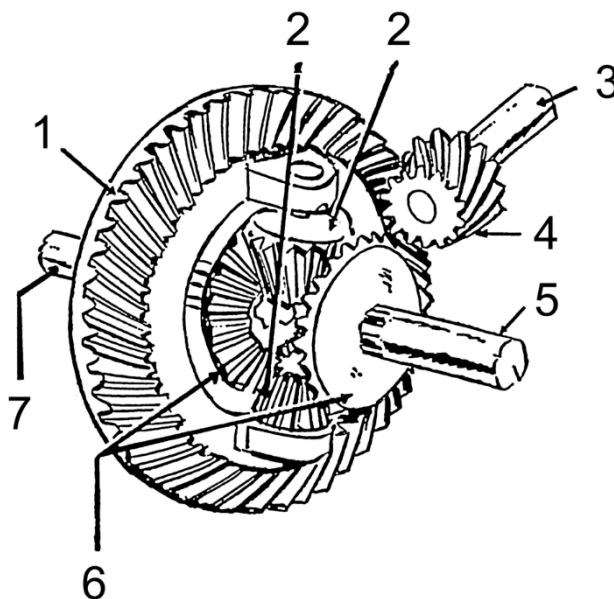


Obr. 1.2 vlevo - ovládání reverzace pod volantem, vpravo - ovládání reverzace v multifunkční páce v loketní opěrce [10],[16]

1.3 ROZVODOVKA

Rozvodovka se stará o to, aby se točivý moment z převodovky rozvedl na hnaná kola traktoru. Skládá se ze stálého převodu, realizovaným pastorkem a talířovým kolem, a diferenciálem (Obr. 1.3). Samotný diferenciál má pak za úkol rozvézt točivý moment motoru na hnaná kola,

jejichž poloměr trajektorie se při jejich odvalování mění. Diferenciál tedy zajišťuje to, že jsou v zatáčkách a výškových změnách v záběru všechna hnaná kola.



Obr. 1.3 1-talířové kolo, 2-satelitní kola, 3-vstupní hřídel, 4-kuželový pastorek, 5 a 7-výstupní hřídele, 6-planetová kola [21]

1.4 PŘEVODOVKY TRAKTORŮ

Kvůli širokému spektru prací, které traktor vykonává, se liší potřebný točivý moment na hnané nápravě stejně jako potřebná pojezdová rychlost traktoru. Změny momentů a pojezdových rychlostí zajišťuje převodovka. Převodovky však přenáší točivý moment i na další hnané nápravy (nejčastěji přední) stejně tak i na vývodový hřídel, který dnes může být vzadu i vpředu. Tato část převodového ústrojí zaznamenala v posledních letech velký pokrok. Dnes se proto setkáváme se snahou výrobců automatizovat převodovky a ovládat je pomocí elektronických systémů.

Traktorové převodovky můžeme rozdělit na:

- Mechanické
 - Bez možnosti řazení při zatížení
 - S omezeným počtem stupňů řazených při zatížení
 - Se všemi stupni řazenými pod zatížením
- Hydromechanické
- Převodovky hybridních pohonů

2 MECHANICKÉ PŘEVODOVKY

Mechanické převodovky jsou nejrozšířenější způsob přenosu točivého momentu motoru, a to hlavně kvůli nízké ceně a velké provozní spolehlivosti. Podle způsobu řazení můžeme traktorové převodovky rozdělit na:

- Převodovky bez stupňů řazených při zatížení
- Převodovky s omezeným počtem stupňů řazených při zatížení
- Převodovky se všemi stupni řazenými při zatížení

2.1 PŘEVODOVKY BEZ STUPŇŮ ŘAZENÝCH PŘI ZATÍŽENÍ

Jde o nejzákladnější a nejjednodušší traktorovou převodovku. Převodový systém se skládá pouze ze spojky, reverzoru, samotné převodovky a rozvodovky.

2.1.1 PŘEVODOVÉ ÚSTROJÍ TRAKTORU ZETOR PROXIMA CL

KONCEPČNÍ USPOŘÁDÁNÍ

Jedná se o zcela synchronizovanou převodovku s 12 rychlostmi vpřed a stejným počtem rychlostí vzad díky mechanické reverzaci. Na Obr. 2.1 je viditelná válcová mechanická reverzace úplně vlevo nahoře a pak samotná převodová kola.

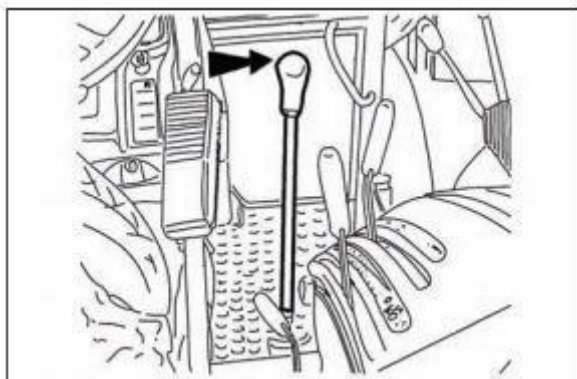


Obr. 2.1 Koncepční uspořádání převodovky traktoru Zetor Proxima CL [11]

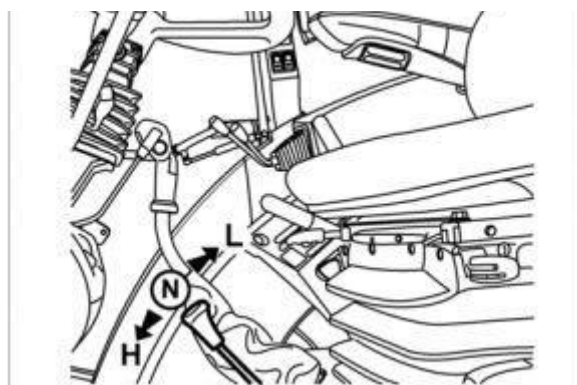
OVLÁDÁNÍ

Reverzace je obsluhou ovládána pomocí páčky pod volantem (Obr. 2.4). Řazení samotné převodovky traktoru je ovládáno řadicí pákou u pravého kolena řidiče (Obr. 2.2). Toto převodové ústrojí umožňuje ještě řazení silničních nebo polních rychlostí (proto 12 rychlostí

vpřed a 12 vzad) a to pomocí páky řazení silničních a redukovaných rychlostí, která se nachází u pravého kotníku řidiče (Obr. 2.3). Její ovládání je opět možné pouze za klidu stroje.



Obr. 2.2 Řadicí páka traktoru Zetor Proxima CL [22]



Obr. 2.3 Páka řazení silničních a redukovaných rychlostí traktoru Zetor Proxima CL [22]



Obr. 2.4 Ovládání reverzace v traktoru Zetor Proxima CL [10]

2.2 PŘEVODOVKY S OMEZENÝM POČTEM STUPŇŮ ŘAZENÝCH PŘI ZATÍŽENÍ

Tento typ převodovky je nejrozšířenější a nejčastěji používaný v konstrukci traktorů. Do systému převodů je přidán násobič točivého momentu, který je možný ovládat bez sešlápnutí spojkového pedálu, čímž dostáváme stupně, které jsou řazeny při zatížení.

2.2.1 NÁSOBIČ TOČIVÉHO MOMENTU

Kvůli širokému spektru využití traktorů bylo nutné vyvinout mechanismus, který zvýší životnost převodového systému traktoru a zároveň zvýší komfort jízdy při řízení. Pro tyto účely byl vyvinut násobič točivého momentu.

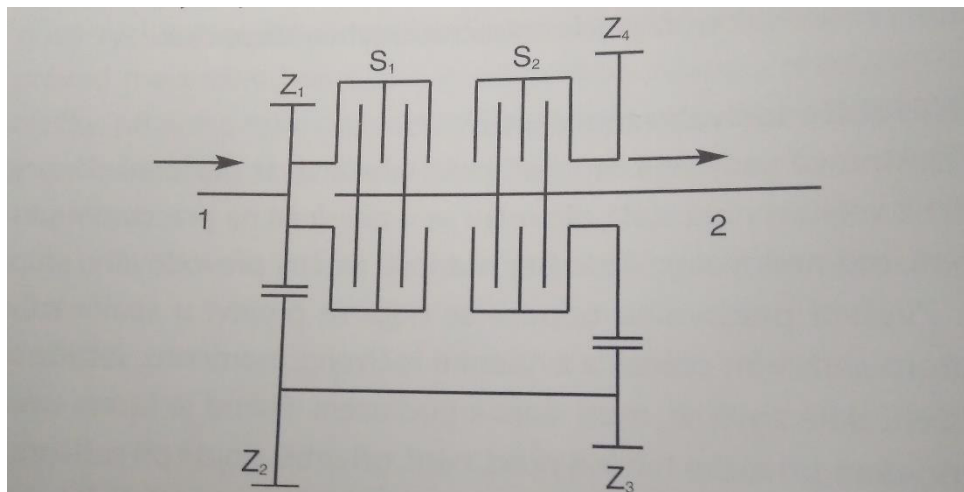
Pro popis činnosti násobiče je vhodný příklad orba, kdy traktor táhne pluh zabořený v zemi. A pro ještě těžší situaci uvažme jeho jízdu směrem do kopce. V takovém případě dojde k úbytku otáček motoru, což je znamení pro řidiče, aby provedl podřazení. Bez násobiče sešlápně řidič spojkový pedál, aby mohl podřazení provést, což ale při orbě do kopce způsobí, že se traktor zastaví. Po podřazení se bude traktor rozjíždět znovu, což způsobí „ohoblování“ spojky, čímž se výrazně snižuje její životnost.

Násobič zvládne takovou situaci zcela lépe. V konstrukci traktoru existuje mnoho druhů násobičů odlišné podle výrobce.

PŘEDLOHOVÝ NÁSOBIČ

Popis předlohového násobiče je znázorněn na Obr. 2.5.

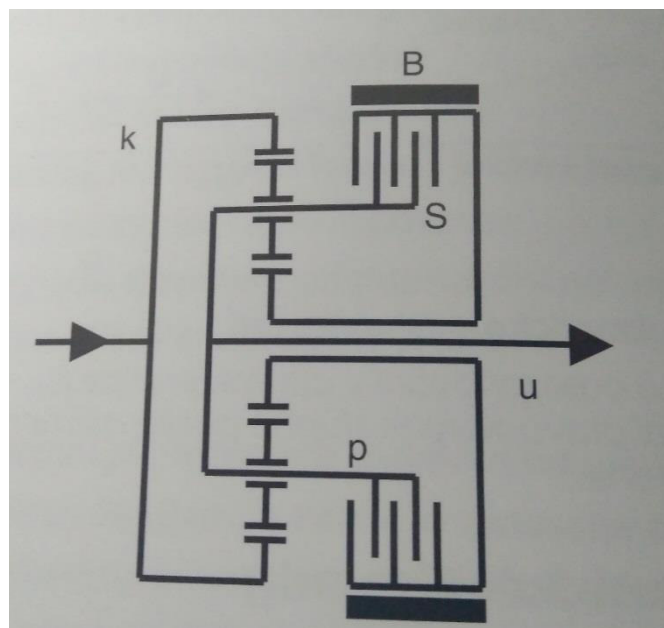
Při „nenáročné“ jízdě je pomocí lamelové spojky (S_1) propojen hřídel nesoucí výkon motoru (1) přímo s výstupním hřídelem násobiče (2). Při zvýšení zátěže dojde k rozpojení spojky (S_1) a ke spojení spojky (S_2). Tím dojde k přenosu výkonu přes ozubená kola (Z_1 , Z_2 , Z_3 a Z_4), čímž se sice sníží pojízdná rychlost traktoru, ale zvýší se moment přenášený na hnaná kola.



Obr. 2.5 Schéma dvoustupňového předlohového násobiče točivého momentu (Si-lamelové spojky, Z_i -ozubená kola) [1]

PLANETOVÝ NÁSOBIČ

Planetové násobiče (Obr. 2.6) jsou konstruované jako planetová převodovka, tedy pomocí planetového soukolí. Vyskytuje se zde planetové kolo, korunové kolo a unášec satelitů. Podle výrobce a podle typu násobiče může být počet planetových převodů sériově navýšen, čímž vzniknou stupně násobiče.

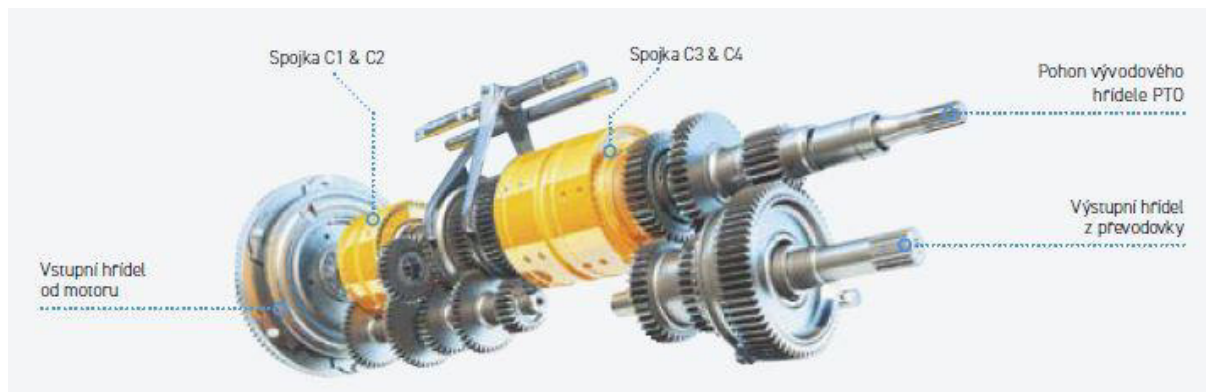


Obr. 2.6 Schéma dvoustupňového planetového násobiče [1]

2.2.2 PŘEVODOVKA ELECTROCOMMAND

Tuto převodovku využívají traktory New Holland T5EC (99-117 k) a New Holland T6 (125-175 k).

KONCEPČNÍ USPOŘÁDÁNÍ



Obr. 2.7 Koncepční uspořádání převodovky ElectroCommand [23]

U tohoto typu převodovky má obsluha možnost řazení 16 rychlostí vpřed a vzad nebo při řazení plazivých rychlostí až 32 rychlostí vpřed a vzad.

OVLÁDÁNÍ

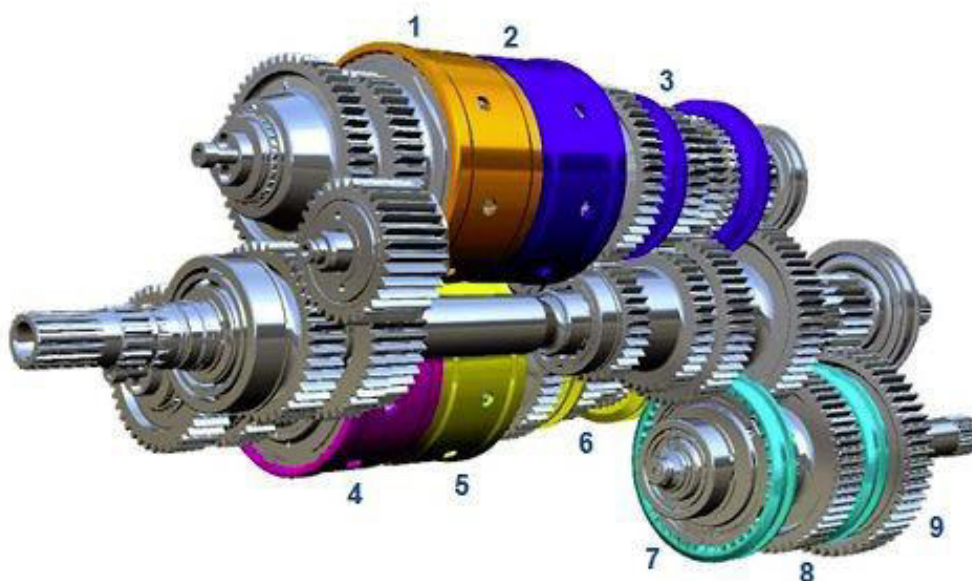
Obsluha traktoru ovládá samotnou převodovku (Obr. 2.7) pomocí multifunkční řadicí páky nebo pomocí tlačítek na řadicí páce. Řidič tak může řadit mezi až 8 rychlostními stupni. Páka řazení plazivých rychlostí je umístěna napravo od joy-sticku pro ovládání hydrauliky tak, aby se zvýšil komfort obsluhování stroje. Na přání zákazníka může být tato převodovka vybavena systémem automatického řazení převodových stupňů. Reverzace je pak ovládána pomocí páky přímo na sloupku volantu na levé straně, přičemž si obsluha může nastavit, jak rychlou reverzaci má převodovka provádět.

2.2.3 PŘEVODOVKA DYNAMICCOMMAND

Tento typ převodového ústrojí je využíván u traktorů New Holland T6 (125-175 k).

KONCEPČNÍ USPOŘÁDÁNÍ

DynamicCommand (Obr. 2.8) byla vytvořena jako „mezikrok“ mezi převodovkami se stupni řazenými pod zatížením a plynulými převodovkami. Její velkou předností je nový systém dvojité spojky, který umožňuje „předchystání“ následujícího řazeného rychlostního stupně, čímž se výrazně zkrátí a zefektivní přerazení. Díky mechanické reverzaci disponuje převodovka 24 rychlostmi vpřed a 24 rychlostmi vzad, které jsou rozděleny do 3 rozsahů po 8 rychlostech, které obsluha řadí pod zátěží, tedy bez nutnosti sešlápnutí spojkového pedálu.



Obr. 2.8 Koncepční upřádkání převodovky DynamicCommand (1-spojka pro jízdu vzad, 2-lichá spojka, 3-liché převodové stupně, 4-spojka pro jízdu vpřed, 5-sudá spojka, 6-sudé převodové stupně, 7-rychlý rozsah, 8-střední rozsah, 9-pomalý rozsah) [4]

OVLÁDÁNÍ

Tato traktorová převodovka má více možností ovládání. Řazení probíhá buď napevno pomocí páky CommandGrip umístěné v pravé loketní opěrce (Obr. 2.9), kdy se rychlostní stupně řadí pomocí tlačítek s označením „+“ a „-“, nebo pomocí silového tlačení a tahání této páky od řidiče a k řidiči. Při odtlačení páky od řidiče dojde k přeřazení na vyšší rychlostní stupeň a při přitáhnutí dojde k podřazení na nižší rychlostní stupeň. Je-li pomocí páky reverzace, která je umístěna na sloupku pod volantem na levé straně, zařazen zpětný chod traktoru, otočí se i funkce přitahování a oddalování páky CommandGrip. Tedy pro zvýšení rychlostního stupně při couvání je nutné přitáhnout páku směrem k řidiči.

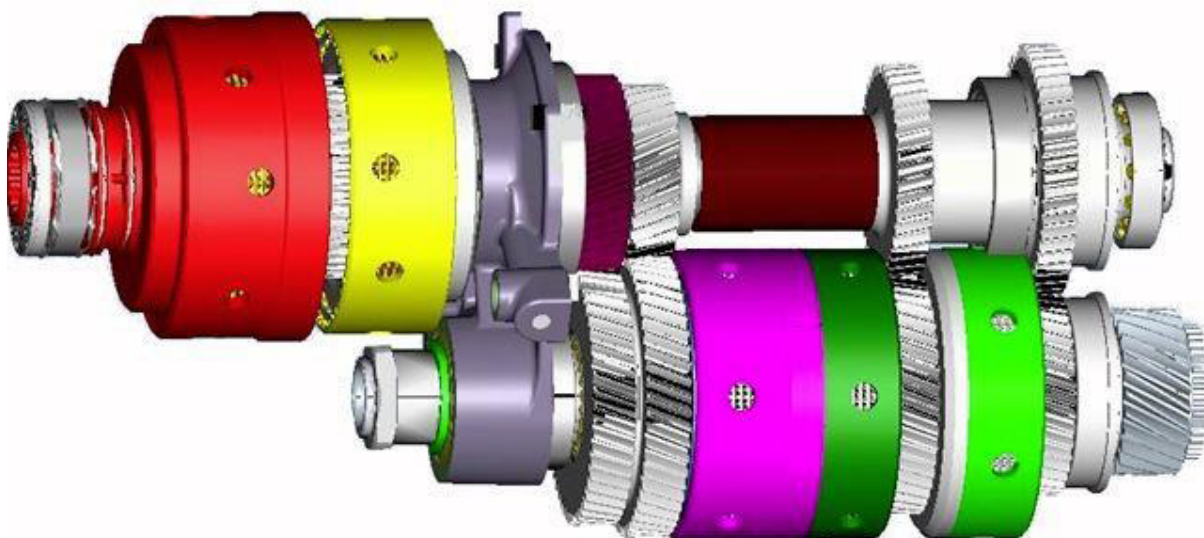


Obr. 2.9 Pravá loketní opěrka SideWinder s řadící pákou CommandGrip [4]

2.2.4 PŘEVODOVKA RANGECOMMAND

S touto převodovkou jezdí a pracují traktory New Holland T7SWB (Standart Wheel Base) o výkonu 175-225 k.

KONCEPČNÍ USPOŘÁDÁNÍ



Obr. 2.10 Koncepční uspořádání převodovky RangeCommand [5]

Tato převodovka je konstruována s použitím pěti lamelových spojek (na Obr. 2.10 označeno barvami-světle červená, žlutá, růžová a tmavě a světle zelená), které ovládají dvoustupňový násobič a dále se starají o řazení jednotlivých rychlostních skupin a rychlostních stupňů.

OVLÁDÁNÍ



Obr. 2.11 Kryt pravého blatníku traktoru NH T7SWB s řadičí pákou [5]

Převodovka RangeCommand se ovládá pomocí páky umístěné v pravém krytu blatníku traktoru (Obr. 2.11). Pomocí tlačítek na přední straně páky ovládá řidič plazivé rychlosti, tedy řazení mezi silničními a polními rychlostmi (tlačítka želva a zajíc). Z druhé strany této páky je pak umístěno tlačítko zastupující funkci spojkového pedálu. Spojkový pedál z kabiny traktoru

nezmizel, pouze se řidiči nabídla další možnost, jak jej ovládat i pomocí pravé ruky. Reverzace převodovky je ovládána pákou pod volantem na levé straně.

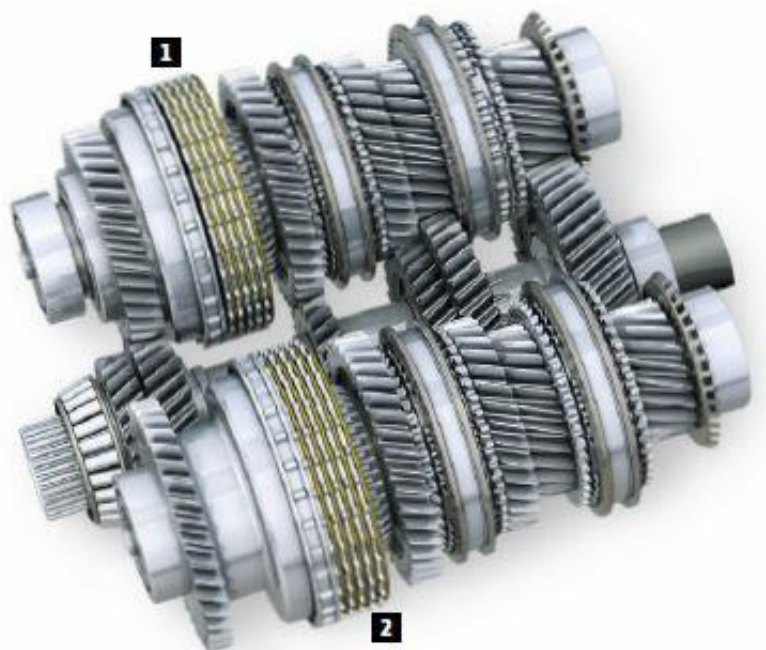
RangeCommand se dodává k traktorům ve čtyřech provedeních, které spočívají v různém počtu rychlostních stupňů.

- 19x6 – 40km/h ECO (přidaný devatenáctý rychlostní stupeň ECO)
- 19x6 – 50km/h
- 28x12 – 40km/h (doplněno plazivými rychlostmi)
- 29x12 – 50km/h (doplněno plazivými rychlostmi a rychlostním stupněm ECO)

2.2.5 PŘEVODOVKA DIRECTDRIVE

Firma John Deere, jakožto výrobce této převodovky, zasazuje DirectDrive do traktorů John Deere řady 6R (114-250 k).

KONCEPČNÍ USPOŘÁDÁNÍ



Obr. 2.12 Koncepční uspořádání převodovky DirectDrive (1-lamelová spojka řazení sudých převodových stupňů, 2-lamelová spojka řazení lichých převodových stupňů)[7]

Tato dvouspojková převodovka (Obr. 2.12) disponuje osmi rychlostními stupni v každém ze tří rychlostních rozsahů. Činnost dvouspojkové převodovky spočívá v „předřazení“ následujícího převodového stupně ještě před jeho samotným řazením. Tímto se značně zrychlí a zefektivní samotný proces řazení, protože nedojde ke ztrátě točivého momentu.

OVLÁDÁNÍ



Obr. 2.13 Umístění řadicí páky v pravé loketní opěrci [8]



Obr. 2.14 Řadicí páka a tlačítka pro řazení rychlostních rozsahů DirectDrive [8]

Celá převodovka DirectDrive je ovládána pouze pomocí malé oranžové řadicí páky a třech tlačítek (Obr. 2.14) umístěných v levém horním rohu pravé loketní opěrky (2.13). Samotná řadicí páka má dvě stabilní polohy. Řidič ji může posunout do výřezu v opěrci vpravo do pozice AUTO, čímž přenechá řazení na palubním počítači, který podle otáček motoru a zatížení traktoru vybere nejvhodnější rychlostní stupeň. V levé poloze řadicí páky je pak řazení nastaveno na manuální, tedy odsunutím páky vpřed dojde k přeřazení a přitáhnutím k řidiči

dojde k podřazení rychlostního stupně. Černým kolečkem na řadicí páce lze navíc ještě regulovat rychlost traktoru. Rychlostní rozsahy se poté mění pomocí třech tlačítek pod řadicí pákou označené písmeny A, B a BC, kde je rozsah A určen pro těžké tahové práce, rozsah B pro práce s vývodovým hřídelem (PTO) a rozsah BC pro transportní účely.

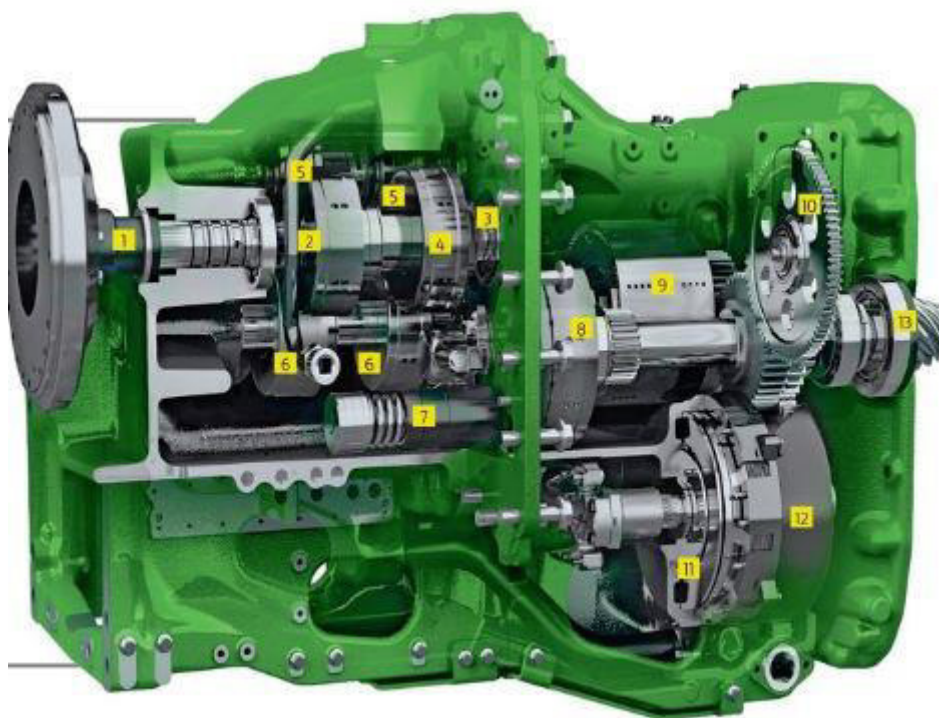
2.3 PŘEVODOVKY SE VŠEMI STUPNI ŘAZENÝMI POD ZATÍŽENÍM

Na rozdíl od předchozího typu převodovek s použitím násobiče se u tohoto typu převodovek řadí mezi všemi rychlostními skupinami a rychlostními stupni při plném zatížení traktoru. Tato skutečnost je obrovskou výhodou zvláště u vyšších výkonových řad, kde by kvůli těžkému připojenému stroji či vleku mohlo dojít k nevratnému poškození některých z komponent převodového ústrojí v případě, že by traktor zastavil v důsledku sešlápnutí spojkového pedálu. Při následném rozjíždění by poté mohlo následovat například nadměrné opotřebení spojky, což je případ, který u převodovek se všemi stupni řazenými pod zatížením nenastane.

2.3.1 PŘEVODOVKA E23

S touto převodovkou pracují traktory John Deere řady 7R (210-310 k) a John Deere řady 8R (270-400 k).

KONCEPČNÍ USPOŘÁDÁNÍ



Obr. 2.15 Koncepční uspořádání převodovky e23 (1-vstupní hřídel motoru, 2-spojka pro nízký rychlostní rozsah, 3-spojka pro vysoký rychlostní rozsah, 4-spojka pro jízdu dozadu, 5-spojky pro rychlosti S1 a S2, 6-spojky pro rychlosti S3 a S4, 7-akumulátor, 8-spojka rozsahů R1, 9-spojka rozsahů R2 a R3, 10-kolo čerpadla hnacího ústrojí, 11-parkovací brzda, 12-spojka pro pohon přední nápravy, 13-výstup k diferenciálu k zadní nápravě) [13]

Převodovka e23 (Obr. 2.15) nabízí obsluhu možnost řazení mezi 23 rychlostními stupni pro jízdu vpřed a 11 rychlostními stupni pro jízdu vzad. Kvůli velké rozmanitosti prací

vykonávaných traktory v rozsahu 5 až 16 km/h je proto v tomto rozsahu možno řadit mezi 10 - ti rychlostními stupni, což obsluze dovoluje maximální využití točivého momentu motoru.

OVLÁDÁNÍ

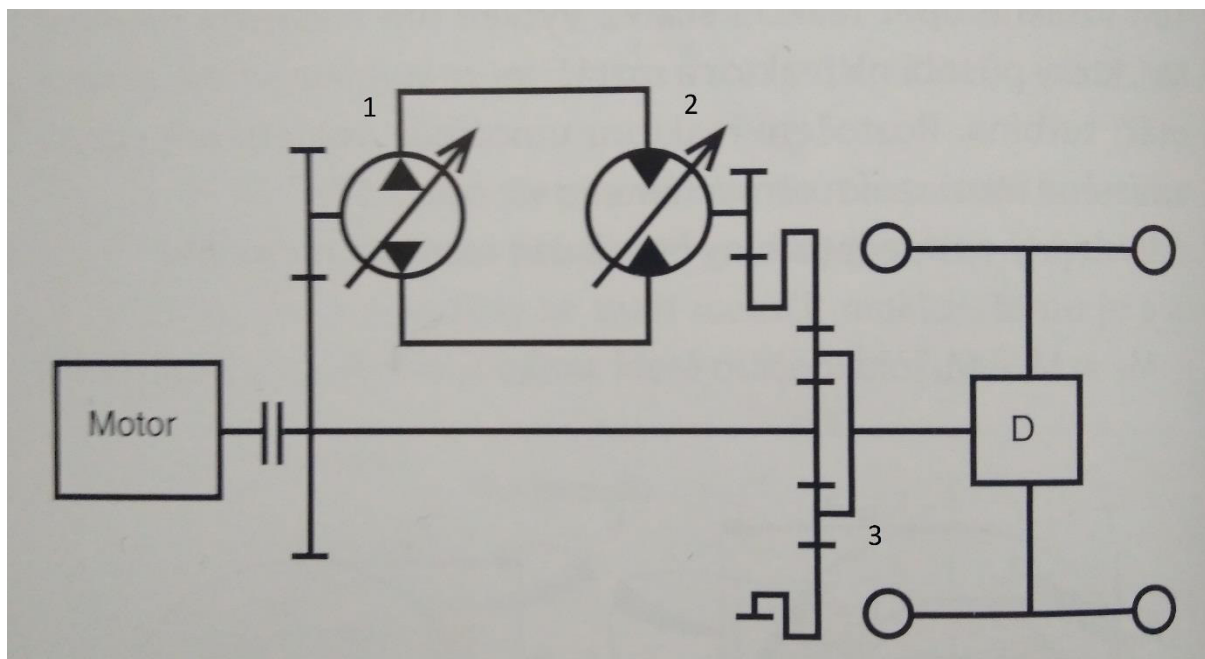


Obr. 2.16 Řadící páka převodovky e23 [13]

John Deere vytvořil systém ovládání převodovky e23 tak, že to zvládne opravdu každý. Celé ovládání je uskutečňováno pouze pomocí malé oranžové páčky v levém horním rohu pravé loketní opěrky (Obr. 2.16). Páčka má pouze jednu stabilní polohu a pak dvě polohy pro přeřazení a podřazení rychlostního stupně. Přitáhnutím páčky k řidiči, tedy do polohy „-“, dojde k podřazení rychlostního stupně a odsunutím páčky od těla řidiče (poloha „+“) dojde k přeřazení rychlosti. Veškeré řazení tedy probíhá bez sešlápnutí spojkového pedálu pouze pomocí systému lamelových spojek, což je již zmiňovanou nesmírnou výhodou tohoto typu převodovky.

3 HYDROMECHANICKÉ PŘEVODOVKY

Hydromechanické převodovky jsou tou nejnovější možností přenášení výkonu motoru a točivého momentu na hnané nápravy traktorů. Umožňují plynulou změnu pojezdové rychlosti traktoru – CVT (Continuously Variable Transmission), což má obrovský význam pro obsluhu traktoru, která tak neřadí jednotlivé rychlostní stupně podle otáček motoru. Změnu rychlosti provádí automaticky výpočetní systém traktoru, který naklání přírubu v hydrogenerátoru nebo i v hydromotoru, čímž dojde ke změně výstupní obvodové rychlosti. Jejich konstrukce je velice jednoduchá a velmi důmyslná. Jde o spojení dvou větví (mechanické a hydrostatické), které je realizováno v planetovém soukolí, ze kterého je poté točivý moment odváděn jednou z částí soukolí. Volba části planetového soukolí je u různých výrobců traktorů odlišná. Princip fungování je však stále stejný a je popsán na Obr. 3.1. Výkon motoru je nejprve rozdělen do dvou již zmiňovaných větví, tedy jedna vstupní část planetového soukolí je roztáčena mechanicky, druhá vstupní část soukolí je roztáčena hydromotorem, jehož otáčky řídí hydrogenerátor umístěný na stejné větvi, a poslední, tedy výstupní část, je roztáčena na různé úhlové rychlosti v obou směrech otáčení pouze kombinací úhlových rychlostí vstupních částí planetového soukolí.

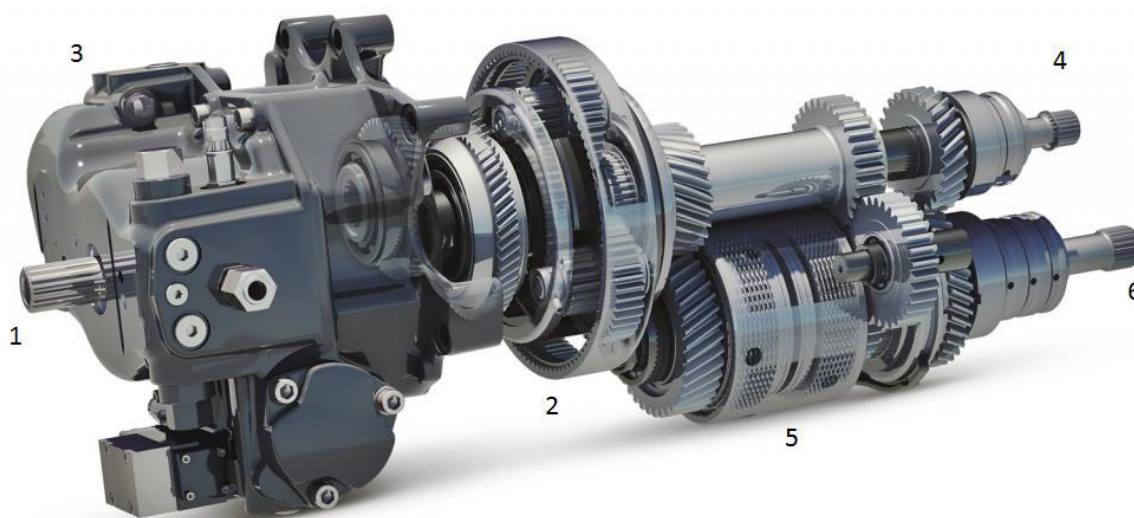


Obr. 3.1 Schéma funkce hydromechanické převodovky (1-hydrogenerátor, 2-hydromotor, 3-planetové soukolí, D-diferenciál)[1]

3.1 PŘEVODOVKA AUTOCOMMAND

S převodovkou AutoCommand pracují např. traktory New Holland T7 (140-300 k), New Holland T6 (110-140 k) a New Holland T5 (110-140 k).

KONCEPČNÍ USPOŘÁDÁNÍ



Obr. 3.2 Detail převodovky AutoCommand (1-vstup z motoru, 2-slučovací planetové soukolí, 3-hydrogenerátor a hydromotor, 4-výstup vývodového hřídele (PTO), 5-lamelová spojka, 6-koncový výstup z převodovky)[14]

Koncepce převodovky AutoCommand (Obr. 3.2) je v současné době zdokonalena tak, aby její mechanická účinnost byla téměř stoprocentní. Právě účinnost je jedna z nevýhod plynulých převodovek, protože vlivem zařazení hydrostatické větve do pohonu traktoru může docházet k pomyslnému „protáčení“ kvůli kapalině v hydrostatické větvi. Tato skutečnost se naopak u mechanické převodovky vyskytnout nemůže.

OVLÁDÁNÍ

AutoCommand umožňuje obsluhu traktoru jízdu v rozmezí rychlostí 20 m/h až 50 km/h s naprosto plynulým přechodem. Ovládání se provádí pomocí multifunkční páky v pravé loketní opěrce (Obr. 3.3) nebo pedálem.



Obr. 3.3 Ovládání převodovky AutoCommand [16]

Řidič má na výběr ze čtyř jízdních režimů: automat, tempomat, vývodový hřídel (PTO) a manuál, mezi kterými může přepínat pomocí oranžového tlačítka s označením „C“. V automatickém režimu ovládá obsluha traktoru jezdovou rychlost posouváním celé ovládací páky od sebe (jízda vpřed) a k sobě (jízda vzad) zatímco otáčky motoru jsou nastaveny ovládacím systémem na co nejúspornější. Tempomat, podobně jako u osobních automobilů, zrychlí na požadovanou rychlost, která poté bude neustále udržována. Režim PTO způsobí takové nastavení otáček motoru, které udržuje vývodový hřídel v jeho pracovních otáčkách. A v režimu manuál se pak nastavují otáčky motoru klasickým nožním plynem nebo ručním plynem a multifunkční pákou se ovládá nastavení převodového poměru.

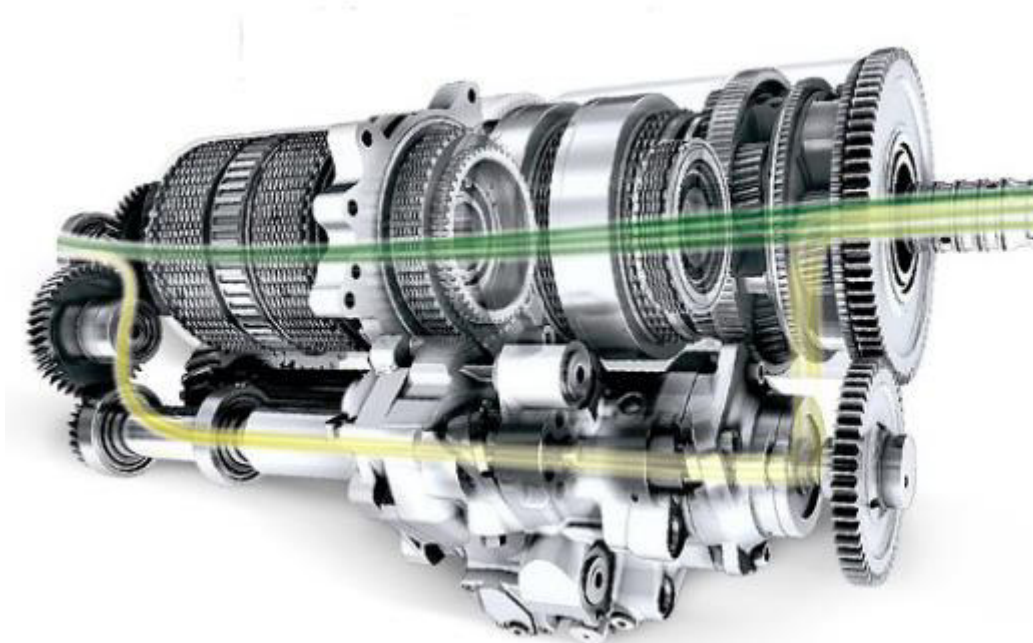
3.2 PŘEVODOVKA AUTOPOWER

Tyto převodovky jsou použity v traktorech John Deere řady 6R (114-250 k).

KONCEPČNÍ USPOŘÁDÁNÍ

Převodovka AutoPowr jakožto jedna z plynulých převodovek není při přenášení točivého momentu vždy stoprocentně účinná. Je konstruována tak, aby její mechanická účinnost neklesla pod 60 %, čehož je dosaženo tak, že je vždy minimálně 60 % výkonu motoru přenášeno po mechanické větvi. Stoprocentní účinnosti je dosaženo při určitých jezdových rychlostech, které se odvíjejí podle typu práce traktoru. Jsou to rychlosti 3,5 km/h pro těžké tahové práce,

11 km/h pro lehčí práce v tahu, 22 km/h pro náročnou a těžkou přepravu a 47,2 km/h pro lehkou a snadnou dopravu.



Obr. 3.4 Převodovka AutoPowr (zelená linie-mechanická větev, žlutá linie-hydrostatická větev) [7]

AutoPowr (Obr. 3.4) je navržena tak, aby po dosažení požadované rychlosti klesly otáčky motoru na co nejnížší hodnotu, čímž je šetřeno palivo a je přispíváno i ke komfortu řidiče, který tak nebude mít v kabině příliš velký hluk. Například při 50 km/h je rychlost otáčení motoru 1630 ot./min a při rychlosti 40 km/h pouze 1300 ot./min.

OVLÁDÁNÍ

Obsluha ovládá převodovku, která mění plynule pojezdovou rychlost v rozsahu od 5 m/h do 50 km/h, pomocí nové ergonomické kontrolní páky CommandPRO (Obr. 3.5) umístěné v pravé loketní opěrice. Samozřejmostí je pak i možnost ovládat rychlost traktoru pomocí nožního pedálu.

Traktor se dá do pohybu při posunutí multifunkční páky směrem dopředu (od těla řidiče). Při zatažení páky zpět k tělu řidiče dojde ke zpomalení a při dotažení páky vzad až na doraz dojde k úplnému zastavení traktoru. Změna směru jízdy se pak provádí vychýlením páky do pozice vlevo, kde obsluha tažením od sebe (jízda vpřed) nebo k sobě (jízda vzad) nastaví reverzaci na požadovaný směr jízdy. Při vychýlení kontrolní páky do pozice vpravo dojde k aktivaci tempomatu, jehož rychlost je stavitelná pomocí černého vestavěného kolečka u palce obsluhy.



Obr. 3.5 Multifunkční páka CommandPRO pro ovládání převodovky AutoPowr [7]

3.3 PŘEVODOVKA VARIO DRIVE

Traktorová převodovka Vario je používána v traktorech značky Fendt, které dnes nepoužívají žádné jiné převodovky, a jde o naprostou špičku v oblasti plynulých převodovek. Převodovka s názvem VarioDrive je pouze nové provedení staré převodovky Vario.

KONSTRUKCE

U převodovky Vario stojí za zmínku informace, že byla zkonstruována českým inženýrem Robertem Honzekem, který za konstrukci tohoto mistrovského díla získal ocenění Maxe Eytha.

VarioDrive (Obr. 3.6) je konstruována tak, aby přenášela co nejvíce výkonu motoru v rychlostním rozmezí 0,02 až 60 km/h a to naprosto plynule bez řazení rychlostních stupňů. Jedním z obrovských pokroků u této převodovky je to, že díky odlišným hřídelím pro výstup krouticího momentu jak pro zadní, tak pro přední hnanou nápravu, může systém měnit točivý moment na přední a zadní nápravě nezávisle na sobě. Navíc při jezdové rychlosti 25 km/h se automaticky vypne pohon přední nápravy a všechny točivý moment je tak přenášen pouze na zadní, čímž se zvýší mechanická účinnost převodovky.



Obr. 3.6 Převodovka VarioDrive [19]

Skutečnost, že tato převodovka umožňuje nezávisle na sobě rozdělovat točivý moment mezi přední a zadní nápravu, zmenšuje i poloměr otáčení celého traktoru asi o 10 %, protože je „vtahován“ do zatáčky předními koly s jiným točivým momentem, než je na zadních kolech.

OVLÁDÁNÍ

Celá převodovka je ovládána pomocí multifunkční páky v pravé loketní opěrce řidiče (Obr. 3.7). Při odtlačení páky směrem od řidiče se uvede traktor do pohybu a zpětným tažením páky směrem k řidiči dojde ke zpomalování. Reverzace je pak ovládána vychýlením páky doleva a následným pohybem od řidiče (pro jízdu vpřed) a k řidiči (pro jízdu vzad) je volen směr jízdy. Tempomat je sepnut vychýlením páky vpravo. Pojezdovou rychlost je možné měnit i pomocí nožního pedálu. Ten však nijak přímo neovlivňuje otáčky motoru.



Obr. 3.7 Ovládací páka traktoru Fendt 1050 Vario [19]

4 PŘEVODOVKY HYBRIDNÍCH POHONŮ

Kvůli neustále se zvyšujícím požadavkům na ekologii se v poslední době vyvíjí traktory s hybridními pohony. Jejich převodová ústrojí jsou však stejná jako u traktorů poháněných pouze spalovacím motorem. Liší se však koncepční uspořádání planetového slučovače točivých momentů z motorů.

4.1 SÉRIOVÉ USPOŘÁDÁNÍ

U tohoto typu uspořádání je traktor poháněn pouze elektromotorem. Spalovací motor je v traktoru pouze pro pohon elektrického generátoru, který poté pohání elektromotor. Elektrický generátor je také využíván k dobíjení elektrických akumulátorů při brždění traktoru.

4.2 PARALELNÍ USPOŘÁDÁNÍ

Tento typ uspořádání kombinuje výkon spalovacího motoru a elektromotoru, které jsou spojeny hřídelem. Traktor tedy může být poháněn pouze spalovacím motorem, pouze elektromotorem nebo hybridně oběma motory.

5 ZÁVĚR

Konstrukce převodovek v traktoru zaznamenala a stále zaznamenává velký pokrok. Největší pokrok však zaznamenaly převodovky s plynulou změnou točivého momentu, které jsou pro obsluhu naprosto nejsnadnějším typem převodovky z hlediska ovládání pojezdové rychlosti traktoru. Jejich obrovskou výhodou je možnost udržení konstantních otáček motoru při měnění se pojezdové rychlosti, což se může velmi příznivě projevit při připojení pracovního stroje s použitím vývodového hřídele, který se otáčí podle motorových otáček. Jedinou nevýhodou těchto převodovek je jejich mechanická účinnost, která nemůže být kvůli hydrostatickým ztrátám stoprocentní.

Za v současné době nejdokonalejší převodovku považují převodovku VarioDrive od traktorového výrobce značky Fendt, která svou technologií naprosto předbíhá veškeré ostatní typy převodovek tím, že nejen mění plynule převodový poměr, ale dokáže i ovlivnit poloměr otáčení traktoru.

U všech plynulých převodovek je nezbytně nutná přítomnost počítačového systému v traktoru, proto by v brzké době mohlo dojít k tomu, že zmizí potřeba zkonstruovat převodovku se snadným ovládáním a konstrukce se tak bude moct zabývat jen nejefektivnějším provedením celé převodovky z hlediska účinnosti a spotřeby.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] BAUER, František a kolektiv, *Traktory a jejich využití*, 2. vyd. Praha: Profi Press s.r.o., 2013. 224 s. ISBN 978-80-86726-52-6
- [2] Cals.cz/zetorservice [online] dostupné z:
<http://www.cals.cz/zetorservice/files/1/Proxima_CL_2017_3B_CZ.pdf>
- [3] Traktory T6 s novou převodovkou Dynamic Command-KVATRO, spol. s r.o. [online] dostupné z: <<http://kvarto.cz/traktory-t6-s-novou-prevodovkou-dynamic-command>>
- [4] Traktory vyšší střední třídy T6 – AGROTEC a.s. [online] dostupné z:
<<https://www.eagrotec.cz/cs/products/Traktory/Traktory-vyssi-stredni-tridy-T6>>
- [5] Traktory vyšší střední třídy T7 SWB – AGROTEC a.s. [online] dostupné z:
<<https://www.eagrotec.cz/cs/products/Traktory/Traktory-vyssi-stredni-tridy-T7-SWB>>
- [6] Traktory John Deere řady 6R – STROM PRAHA a.s. [online] dostupné z:
<<http://www.strompraha.cz/produkty/zemedelska-technika/traktory-john-deere/rada-6r/#technicka-data>>
- [7] Traktory John Deere - prospekt traktorů řady 6R – STROM PRAHA a.s.
- [8] Traktory John Deere řady 6R – STROM PRAHA a.s. [online] dostupné z:
<<http://www.strompraha.cz/produkty/zemedelska-technika/traktory-john-deere/rada-6r/#fotogalerie>>
- [9] Aktuality – www.danhel.cz [online] dostupné z: <<http://www.danhel.cz/aktuality/nova-prevodovka-directdrive-2.html>>
- [10] Specifikace Zetor Proxima – ZETOR TRACTORS a.s. [online] dostupné z:
<<https://www.zetor.cz/zetor-proxima>>
- [11] Specifikace Zetor Proxima – ZETOR TRACTORS a.s. [online] dostupné z:
<<https://www.zetor.cz/zetor-proxima-specifikace#prevodovka>>
- [12] John Deere nové modely traktorů 7R a 8R – argotech-web.cz [online] dostupný z:
<http://agro-techweb.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=3298:john-deere-nove-modely-traktor-7r-a-8r&catid=38&Itemid=0>
- [13] Traktory John Deere - prospekt traktorů řady 7R – STROM PRAHA a.s.
- [14] Kompaktní traktor New Holland konečně dostal plynulou převodovku a vznikl nový model – Agroportal24h.cz [online] dostupný z:
<<https://www.agroportal24h.cz/clanky/kompaktni-traktor-new-holland-konecne-dostal-plynulou-prevodovku-a-vznikl-novy-model>>
- [15] PETR, Aleš, *Mechanizace zemědělství*, 1. vyd. Praha: Profi Press s.r.o., 2014. 108 s. ISSN 0373-6776

- [16] T8 Auto Command New Holland potenza sotto controllo – Agronotizie – Agrimeccanica [online] dostupný z: <https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agrimeccanica/2013/12/18/t8-auto-command-new-holland-potenza-sotto-controllo/36016>>
- [17] Traktory John Deere řady 6R – STROM PRAHA a.s. [online] dostupné z: <http://www.strompraha.cz/produkty/zemedelska-technika/traktory-john-deere/rada-6r/>>
- [18] 250 000 vyrobených převodovek Vario. Čech dal směr vývoji. – Agroportal24h.cz [online] dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/aktuality/250-000-vyrobenych-prevodovek-vario-cech-dal-smer-vyvoji>>
- [19] Traktory Fendt – manuál traktorů Fendt 1000 Vario – www.agromex.cz
- [20] Tlumení torzních kmitů: účinná zbraň proti vibracím – Autorevue.cz [online] dostupné z: <https://www.autorevue.cz/tlumeni-torznich-kmitu-ucinna-zbran-proti-vibracim>>
- [21] Diferenciál (mechanika) – Wikipedia-org [online] dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Diferenci%C3%A1l_\(mechanika\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Diferenci%C3%A1l_(mechanika))>
- [22] Traktory Zetor – manuál traktorů Zetor Proxima – Zetor Tractors a.s.
- [23] Prospekt traktoru T6 – eagrotec.cz [online] dostupné z: <https://www.eagrotec.cz/getattachment/60c9efb5-1b76-4107-92d5-2c6461f24bdc/Prospekt-traktoru-T6.aspx>>
- [24] Představujeme hybridní traktor Multi Tool Trac – Hybrid.cz [online] dostupné z: <http://www.hybrid.cz/predstavujeme-hybridni-traktor-multi-tool-trac>>
- [25] Carraro, který vyrábí traktory pro světové značky, vyvinul hybridní traktor – Agroportal24h.cz [online] dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/carraro-ktery-vyrabi-traktory-pro-svetove-znacky-vyvinul-hybridni-traktor>>